

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS



## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT (Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts In1226WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 03/00861	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17.03.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 29.04.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01L21/768		
Anmelder INFINEON TECHNOLOGIES AG		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
 Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
  - I ☒ Grundlage des Bescheids
  - II ☐ Priorität
  - III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
  - IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
  - V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
  - VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
  - VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
  - VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  27.11.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  07.06.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Ploner, G Tel. +31 70 340-4225 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

**Beschreibung, Seiten**

1-11 in der ursprünglich eingereichten Fassung

**Ansprüche, Nr.**

1-14 eingegangen am 25.03.2004 mit Schreiben vom 24.03.2004

**Zeichnungen, Blätter**

1/4-4/4 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 03/00861

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung
- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche 1-14       |
|                                | Nein: Ansprüche          |
| Erfinderische Tätigkeit (IS)   | Ja: Ansprüche 8          |
|                                | Nein: Ansprüche 1-7,9-14 |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche 1-14       |
|                                | Nein: Ansprüche:         |

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US-A-5 963 827 (Enomoto Yoshiyuki et al.); 5. Oktober 1999 (1999-10-05)

D2: EP-A-0 735 586 (Texas Instruments); 2. Oktober 1996 (1996-10-02)

\*\*\*\*\*

1. Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse von Artikel 6 PCT.

1.1. Anspruch 1 ist nicht klar und von der Beschreibung nicht gestützt.

1.1.1. Der Ausdruck "Schutzgas" legt die Zusammensetzung der Atmosphäre, unter der die Abscheidung der Grundsicht erfolgt, nicht eindeutig fest. Der Begriff "Schutzgas" umfaßt auch Gasgemische, die Stickstoff enthalten oder sogar ausschließlich aus Stickstoff bestehen, was in Widerspruch steht zum Grundgedanken des dargelegten Verfahrens, nämlich, daß der erste Abscheidevorgang in einer Atmosphäre stattfinden soll, die Stickstoff nicht enthält.

Die Passage auf Zeilen 10-14 von Anspruch 1 ist nicht dazu geeignet, die Zusammensetzung des Schutzgases näher zu charakterisieren. Insbesondere ist nicht klar, inwiefern das auf Zeile 13 von Anspruch 1 erwähnte "reaktive Gas" mit dem Schutzgas in Verbindung zu bringen ist. Weiters besteht eine mögliche Interpretation der verwendeten Formulierung darin, daß das Schutzgas sehr wohl Stickstoff enthalten kann, das Metall am Kontaktlochboden aber so beschaffen oder angeordnet ist, daß es keine Nitridverbindungen eingeht.

Ohne nähere Spezifizierung des Schutzgases definiert die obenerwähnte Passage von Anspruch 1 lediglich ein zu erreichendes Resultat, ohne die für die Erzielung dieses Ergebnisses notwendigen technischen Merkmale anzugeben.

1.1.2. Darüberhinaus enthält Anspruch 1 nicht alle Merkmale, die für die Definition seines Gegenstandes wesentlich sind.

So bezieht sich die Beschreibung auf ein Sputterverfahren, bei dem eine Grundsicht durch nichtreaktives Sputtern in Abwesenheit von Stickstoffgas abgeschieden wird, wobei letzteres als entscheidendes Merkmal anzusehen ist. Die vorliegende Anmeldung enthält keinerlei Angaben darüber, wie die Abscheidung eines Nitrids etwa mittels CVD ohne Verwendung von Stickstoffgas erfolgen könnte. Es ist daher als wesentliches Merkmal des offenbarten Verfahrens anzusehen, daß die Abscheidung

durch Sputtern erfolgt.

**1.2. Anspruch 4 ist nicht klar.**

Der Anspruch macht Angaben über die Herstellung der Zwischenschicht, bezieht sich aber unter anderem auf die vorangehenden Ansprüche 1 und 2, in denen von einer Zwischenschicht keine Rede ist.

Der Anspruch bezieht sich außerdem vage auf einen "Bereich" der Zwischenschicht, der von einer nitridfreien Oberfläche eines Targets abgesputtert wird. Damit wird nicht klar beschrieben, daß es sich bei besagtem "Bereich" um die obersten Lagen der Zwischenschicht handeln soll. Da der Begriff "Bereich" auch laterale Teilstücke der Zwischenschicht umfaßt, ist der Anspruch insgesamt unklar.

**2. Das Dokument D1 offenbart ein:**

Verfahren zum Füllen eines Kontaktlochs,

bei dem in mindestens einem Kontaktloch (allgemein bezeichnet durch 16 in den Abbildungen) unter einem Schutzgas eine Grundsicht abgelagert wird, die aus Titannitrid besteht (siehe Spalte 10, Zeilen 31-53; eine Grundsicht 18A wird von einem nitridierten Ti Target in Ar Atmosphäre gesputtert),

und bei dem in dem Kontaktloch nach der Ablagerung der Grundsicht unter gasförmigem Stickstoff eine Deckschicht abgelagert wird, die aus Titannitrid besteht (siehe Spalte 10, Zeilen 55-58; TiN Deckschicht 18B), wobei sich dadurch, daß zunächst die Grundsicht unter einem Schutzgas abgelagert wird, auf dem Metall am Kontaktlochboden keine Nitridverbindungen zwischen dem Metall am Kontaktlochboden und in einem reaktiven Gas enthaltenen Stickstoff bilden (bei dem in D1 offenbarten Verfahren befindet sich am Kontaktlochboden eine Aluminiummetallisierung 12; die Abscheidung der Grundsicht erfolgt in Argonatmosphäre und Reaktion des Metalls mit reaktivem Stickstoff ist folglich nicht möglich),

und wobei in dem Kontaktloch nach der Ablagerung der Deckschicht eine Kontaktlochfüllung aus Wolfram abgelagert wird (Wolframschicht 20A in Fig. 7).

Das Verfahren von Anspruch 1 unterscheidet sich von dem in D1 offenbarten Verfahren lediglich dadurch, daß die Deckschicht am Kontaktlochboden eine Dicke kleiner als 10 nm hat.

Die Verwendung so dünner Titannitridschichten bei Wolframkontakten ist im Stand der Technik wohlbekannt und die Auswahl einer bestimmten Schichtdicke stellt lediglich eine Routinemaßnahme dar, die ein Fachmann ohne erfinderisches Zutun ausführen kann.

Folglich beruht der Gegenstand von Anspruch 1 nicht auf erfinderischer Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT).

Es wird bemerkt, daß die in D1 angegebene Dicke der oberen Barrierschicht (70 nm) offensichtlich lediglich einen Beispielwert darstellt und keinesfalls als untere Grenze für die Schichtdicke aufgefaßt werden kann. Es ist wohlbekannt, daß die Barrierschicht erheblich zum Kontaktwiderstand beiträgt und daher so dünn wie möglich gewählt werden sollte. Das gilt insbesondere für Kontaktlöcher im sub- $\mu$  Bereich. In D1 werden Kontaktlochdurchmesser von 0.35  $\mu$ m als Beispiel erwähnt (siehe Spalte 1, Zeile 36). Es ist klar, daß ein Fachmann in diesem Fall die Dicke der obersten Schicht zwangsläufig erheblich kleiner als 70 nm wählen würde.

3. Die abhängigen Ansprüche 2-7 und 9-11 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie sich beziehen, die Erfordernisse des PCT in Bezug auf erfinderische Tätigkeit erfüllen. Die Gründe dafür sind die folgenden:

3.1. Die Verwendung von gerichtetem Sputtern (Anspruch 2) ist eine im Stand der Technik wohlbekannte Option, die insbesondere bei der Abscheidung in Kontaktöffnungen mit hohem Aspektverhältnis eingesetzt wird. D1 bezieht sich ausdrücklich auf eine solche Situation (siehe beispielsweise Spalte 1, Zeilen 31-36) und ein Fachmann würde daher gerichtetes Sputtern bei der Implementation der Methode von D1 in Betracht ziehen.

3.2. D1 offenbart sämtliche zusätzlichen Merkmale bzw. Verfahrensschritte der Ansprüche 3-7 und 9-11:

Das Verfahren von D1 beruht darauf, daß bei der Abscheidung der nitridhaltigen Grundsicht ein Target verwendet wird, das im vorhergehenden Abscheidvorgang in Stickstoffatmosphäre nitridiert wurde (siehe Spalte 10, Zeilen 41-44). Die unterste Lage der Grundsicht 18A enthält daher überwiegend TiN, da zuerst die oberste nitridierte Lage des Targets abgesputtert wird. Danach nimmt der Nitridgehalt der Grundsicht 18A graduell ab, so daß die oberste Schicht von 18A im wesentlichen aus Ti besteht (Spalte 10, Zeilen 49-52). Dies entspricht der "Zwischenschicht", die in Anspruch 3

eingeführt wird.

Die Zwischenschicht wird in D1 ausdrücklich als Ti-reich spezifiziert (siehe Spalte 10, Zeilen 50f und Spalte 11, Zeile 3) und enthält daher jedenfalls wesentlich mehr als 50 at-% Ti. Der genaue Titangehalt der Zwischenschicht hängt lediglich von der gewählten Gesamtdicke von Grund- und Zwischenschicht ab. Da letztere in demselben Bereich liegt, wie er auch in der vorliegenden Anmeldung vorgesehen ist (kleiner als 6 nm, siehe Spalte 11, Zeilen 14f), kann davon ausgegangen werden, daß der in D1 vorgesehene Titangehalt dem von Anspruch 3 entspricht.

Des weiteren werden Grund- und Deckschicht von demselben Target abgeschieden (siehe Spalte 10, Zeilen 39-44 und Zeilen 55-58). Das Kontaktloch 16 erstreckt sich außerdem bis zu einer darunterliegenden Leiterbahn aus Aluminium (Abb. 3, Spalte 9, Zeilen 13-27), auf der eine Antireflexionsschicht angebracht ist (TiN, TiON oder TiW; ebenda). Das Kontaktloch wird schließlich mit Wolfram aufgefüllt unter Verwendung von  $WF_6$  (Spalte 11, Zeilen 25-50).

Anspruch 11 definiert Bereiche für die Abmessungen des Kontaktlochs, die allesamt im Bereich des Fachüblichen liegen. Kontaktlochdurchmesser bis 0.35  $\mu m$  sind in D1 erwähnt (Spalte 1, Zeile 36).

4. Der Gegenstand von Anspruch 8 unterscheidet sich von dem in D1 offenbarten Verfahren dadurch, daß mehrere Kontaktlöcher vorgesehen sind und die Antireflexionsschicht als Ätzstopp verwendet und an dünnen Stellen und/oder an Stellen erhöhter Ätzgeschwindigkeit durchgeätzt wird.

Letzteres wird von D1 weder offenbart noch nahegelegt, so daß folglich der Gegenstand von Anspruch 8 die Erfordernisse des PCT bezüglich Neuheit und erfinderische Tätigkeit erfüllt (Art. 33(2)(3) PCT).

5. Der Gegenstand der Ansprüche 12-14 beruht nicht auf erfinderischer Tätigkeit (Art. 33(3) PCT) aus Gründen, die weiter oben bereits dargelegt wurden.

6. Der Gegenstand sämtlicher Ansprüche 1-14 erfüllt die Erfordernis der industriellen Anwendbarkeit (Art. 33(4) PCT).

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Füllen eines Kontaktlochs (20),  
bei dem in mindestens einem Kontaktloch (20) unter einem  
5 Schutzgas eine Grundschrift (50) abgelagert wird, die aus Ti-  
tannitrid besteht,  
und bei dem in dem Kontaktloch (20) nach der Ablagerung der  
Grundschrift (50) unter gasförmigem Stickstoff eine Deck-  
schicht (54) abgelagert wird, die aus Titannitrid besteht,  
10 wobei sich dadurch, dass zunächst die Grundschrift unter ei-  
nem Schutzgas abgelagert wird, auf dem Metall am Kontaktloch-  
boden keine Nitridverbindungen zwischen dem Metall am Kon-  
taktlochboden und in einem reaktiven Gas enthaltenen Stick-  
stoff bilden,  
15 und wobei in dem Kontaktloch (20) nach der Ablagerung der  
Deckschrift (54) eine Kontaktlochfüllung aus Wolfram abgela-  
gert wird,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Deckschrift  
(54) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D4) kleiner 10 nm  
20 hat.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Grundschrift (50) und/oder die Deck-  
schicht (54) durch gerichtetes Sputtern abgelagert wird.  
25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass in dem Kontaktloch (20) nach der  
Ablagerung der Grundschrift (50) und vor der Ablagerung der  
Deckschrift (54) vorzugsweise durch gerichtetes Sputtern eine  
30 Zwischenschicht (B3, B4) abgelagert wird, wobei mindestens  
achtzig Prozent der Atome der Zwischenschicht Titanatome  
sind.



4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da -  
durch gekennzeichnet, dass ein Bereich (B3, B4)  
der Zwischenschicht (52) von einer nitridfreien Oberfläche  
eines Sputtertargets (108) unter einem Schutzgas abgelagert  
5 wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Oberfläche (157) des Sput-  
tertargets zum Sputtern der Grundsicht (50) vor dem Ablagern  
10 der Grundsicht (50) unter Stickstoff nitridiert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Grundsicht (50) und die  
Deckschicht (54) und vorzugsweise auch die Zwischenschicht  
15 (52) mit demselben Sputtertarget (108) erzeugt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da -  
durch gekennzeichnet, dass das Kontaktloch (20)  
in eine dielektrische Schicht (18) bis zu einem elektrisch  
20 leitenden Verbindungsabschnitt (14) eingebracht wird,  
und dass der Verbindungsabschnitt (14) als Hauptbestandteil  
vorzugsweise Aluminium oder eine Aluminiumlegierung enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet -  
25 zeichnet, dass eine Vielzahl von Kontaktlöchern (20)  
gleichzeitig in die dielektrische Schicht (18) geätzt werden,  
dass zwischen dem dielektrischen Trägermaterial (18) und dem  
Verbindungsabschnitt (14) eine elektrisch leitende Hilfs-  
schicht (16), vorzugsweise eine Antireflexionsschicht ange-  
30 ordnet wird,  
und dass die Hilfsschicht (16) als Stoppschicht beim Ätzen  
verwendet wird, wobei jedoch ein Durchdringen der Hilfs-

schicht (16) an dünnen Stellen der dielektrischen Schicht und/oder an Stellen mit höherer Ätzgeschwindigkeit auftritt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktlochfüllung unter Verwendung von Wolframhexafluorid abgelagert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundsicht (50) gemeinsam mit der Zwischenschicht (52) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D2, D3) kleiner 5 nm insbesondere kleiner 3 nm hat.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktloch (20) einen Durchmesser kleiner 1  $\mu\text{m}$  hat, vorzugsweise von etwa 0,5  $\mu\text{m}$ , und/oder dass das Kontaktloch (20) eine Tiefe größer 500 nm, vorzugsweise größer 1  $\mu\text{m}$  hat.

12. Integrierte Schaltungsanordnung (10), mit mindestens einem Kontaktloch (20), in dem eine Grundsicht (50) und eine Deckschicht (54) aus Titannitrid angeordnet sind, wobei die Grundsicht (50) an einen Verbindungsabschnitt (14) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung grenzt und zwischen dem Verbindungsabschnitt (14) und der Grundsicht (50) kein Aluminiumnitrid angeordnet ist, und wobei das Kontaktloch (20) eine Füllung aus Wolfram enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckschicht (54) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D4) kleiner 10 nm hat.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in einer zwischen der Grundschicht (50) und der Deckschicht (54) angeordnete Zwischenschicht (52) mindestens achtzig Prozent der Atome der Zwischenschicht Titanatome sind.

14. Schaltungsanordnung nach 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundsicht (50) gemeinsam mit der Zwischenschicht (52) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D2, D3) kleiner 5 nm insbesondere kleiner 3 nm hat.